

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-213312

(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G21K 5/02

(21)Application number : 07-271663

(71)Applicant : AT &amp; T CORP

(22)Date of filing : 20.10.1995

(72)Inventor : TENNANT DONALD M  
WHITE DONALD L  
WOOD II OBERT R

(30)Priority

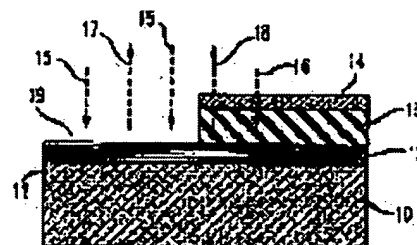
Priority number : 94 326449 Priority date : 20.10.1994 Priority country : US

## (54) PATTERN DELINEATING APPARATUS FOR USE IN EUV SPECTRUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the resolution of a spacial image by a method wherein a stop region masks a reflecting substrate from incident radiation by using a reflecting mask, the thickness of the stop region imparts phase shift of a specific angle to the radiation every one way pass, and the thickness and the refractive index of the stop region impart phase shift to the radiation in a specific wavelength range.

SOLUTION: A substrate retains DBR structure 12 as a repetition layer pair of high and low refractive indexes material. The layer pair introduces phase lag of half/wavelength or more and, as the result, the synthesized reflection has single phase. A stop region consists of a phase shift layer 13 and an attenuation layer 14. The thickness of the stop region imparts phase shift of about 90° to the radiation every one way pass. The thickness and the refractive index impart this phase shift to the radiation having a wavelength in the wavelength range from 150 nm to 3 nm. That is, a ray 16 enters the masked part of a DBR surface 19, attenuates while passing one way of the layer 14 and the layer 13, and generates the phase shift. Thus a ray 18 is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of] 20.05.2002

**BEST AVAILABLE COPY**

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-213312

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 2 1 K 5/02	X			
			H 0 1 L 21/ 30	5 3 1 M 5 3 1 A

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-271663

(22) 出願日 平成7年(1995)10月20日

(31) 優先権主張番号 08/326449

(32) 優先日 1994年10月20日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク  
ニューヨーク アヴェニュー オブ  
ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 ドナルド ミラン テナント

アメリカ合衆国 07728 ニュージャージー,  
フリーホールド, フーバー ストリート 27

(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外2名)

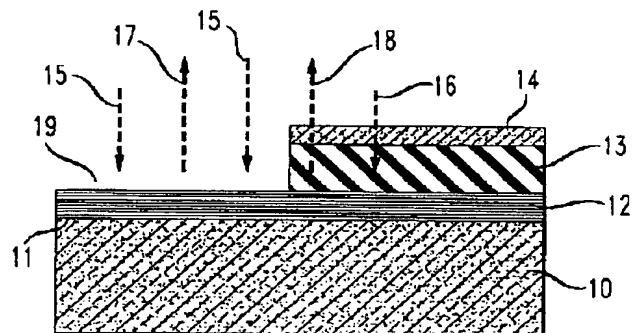
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 EUVスペクトル中で使用するパターン描画装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明はEUVスペクトル中で使用するパターン描画装置を提供する。

【解決手段】 減衰位相マスクの動作原理が、極紫外放射とともに使用するための反射性構造に組み込まれている。0.18  $\mu\text{m}$  及びそれ小さいパターンとともに使用するための動作中の投影縮小システムは、全反射性光学系とマスクを組合せている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクパターンは描画放射を選択的に透過及び阻止するために、透明領域及び阻止領域を含み、阻止領域は位相遅延を課しながら、入射描画放射の一部を透過するような構成と厚さを持ち、それによってその一部は透明領域を通過した部分に対し、約 180° 位相がシフトし、干渉が壊れることにより、パターン端部規定が改善される 0.25 μm より小さい最小寸法のパターンを含む投影像を生成させるためのマスクパターンを含むリソグラフィマスクにおいて、マスクはその反射率が多層分布反射層に依存した反射性基板を含む反射性マスクで、阻止領域は反射性基板を入射放射からマスクし、阻止領域の厚さは放射が片道通過する毎に約 90° の位相シフトを課すようなもので、阻止領域の厚さ及び屈折率は 150nm ないし 3nm の波長範囲内の波長をもつ放射に、この位相シフトを課すようなものであること、を特徴とするマスク。

【請求項 2】 阻止領域の組成は少なくとも 2 つの成分を含む請求項 1 記載のマスク。

【請求項 3】 阻止領域は異なる組成の少なくとも 2 つの独立の層から成る請求項 2 記載のマスク。

【請求項 4】 阻止領域は本質的に 2 つの独立の層から成る請求項 3 記載のマスク。

【請求項 5】 独立な成分は物理的な混合物を構成する請求項 2 記載のマスク。

【請求項 6】 阻止領域は本質的に均一な材料の単一層から成る請求項 1 記載のマスク。

【請求項 7】 阻止層の厚さは 50nm-3.0nm の波長範囲内の波長をもつ放射に、位相シフトを与える請求項 1 記載のマスク。

$$\sigma = \frac{\text{集光器の NA}}{\text{レンズの NA}}$$

この関係に従うと、σ の値がゼロであることは、100% 可干渉性を意味する。

## 【0003】

【関連技術の説明】 “次世代 LSI” すなわち 0.25 μm 又はそれ以下の設計ルールで作られる LSI は、現在用いられている“近紫外”スペクトルより短い描画放射を必要とすることが、一般に同意されている。たとえば最初 248nm で、最後には 193nm となるような波長をもつ遠紫外スペクトル (DUV) 中のより短い波長は、0.25 μm 及び 0.18 μm に近づく設計ルールを満たすはずである。より小さい設計ルールで用いられる 2 つの可能性がある。第 1 は加速された荷電粒子ー電子又はイオンの使用である。第 2 は DUV を越えた電磁放射の使用である。EUV スペクトル中の放射 (λ = 50nm-3nm) は、0.18 μm デバイス作製用に研究中で、恐らくたとえば 0.10 μm 及びそれ以下のより小さな設計ルールに使用可能である。

【0004】現時点で、近接 X 線は最も進んだ短波長描

【請求項 8】 像パターンの寸法は 0.18 μm より小さい請求項 7 記載のマスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】大規模集積回路の作製及び極遠紫外描画放射の使用による投影リソグラフィを必要とするサブミクロンパターンを有する他のデバイスの作製。

## 【0002】用語

EUV-“極遠紫外”電磁放射-50nm ないし 3nm の波長範囲内にある放射。この波長範囲は時には、“軟 X 線”と記述される。

真空紫外-150nm ないし 50nm の波長範囲内の電磁放射。この範囲内の放射は、より長波長で透過性の通常の光学材料中で、著しく吸収される。すなわち、吸収で、それは EUV と同様、透過性より反射性光学系の使用を示唆する。

近接 X 線-レンズのない 1 対 1 (マスク対像) リソグラフィシステムで、この場合、情報を含むマスクは、像面と近接する。

波長-特に注意しなければ、描画放射の波長は、真空中で測定したものをさす。

漏洩位相マスク-阻止領域を通して照射用放射を意図的に通過させ、端部で散乱された放射と破壊的に干渉させ、パターン端部の散乱ばけを減す位相マスク。構造はしばしば“減衰位相マスク”とよばれる。

可干渉性-充填係数 σ により描画放射の空間的な可干渉性が示される。すなわち、次の関係を満す系により生じる可干渉性の程度をさす。

## 【数 1】

## 式 (1)

画技術である。典型的なシステムは、0.6 ないし 1.8nm の範囲の波長で動作する。マスクの損傷を避けるため、ウェハから 20 ないし 40 μm 離れたこの薄膜金又はタングステンマスクは、0.1 μm 及びそれ以下のパターン寸法を生じる。パターン境界における回折及び半影ばけは、対策が成功した。回折効果は短い波長の放射により、必然的に小さくなる。すでに優れたレジスト材料における分解能は、位相マスクの使用で、更に改善できる。たとえば、ワイシー・クー (Y-C. Ku) ら、ジャーナル・バキアム・サイエンス・テクノロジー (J. Vac. Sci. Technol.) B 6, 150 (1988) を参照のこと。半影ばけはシンクロトロン光源及び小さな寸法のプラズマでは、問題ではない。なお広く行われている近接システムは、重要な欠点をもつ。像と同じ設計ルールで必ず作られるマスクは、作製に費用がかかり、修理が困難である。

【0005】像縮小をする投影システムは、低価格のより大きなパターンマスクすなわち所望の像の 5 ないしそ

れ以上の大きなパターンのマスクを使用することを、可能にする。不幸にも、近接X線技術は投影には変更できない。薄膜マスク中で許容できる透過に伴う回折を低くするのに望ましい1.2nmの放射は、透過光学系には適さない。必要な屈折率及び透過率の値は、それ以外の点では適する材料で、得られない。

【0006】その結果、投影システムは透過性より反射性の光学系を使用する。従来の単一面ミラーは反射率が不適当であるため、分布ミラーすなわち“分布ブラッグ反射器”(DBR)が用いられる。(これらはしばしば、EUVの文献では“マルチミラー”とよばれる。)やはり、1.2nm近接印刷波長範囲は、許容されない。適切なDBR構造に必要な屈折率差は、この波長では得られない。投影に特に関心がもたれる波長範囲は、EUVスペクトル(50nm-3nm)内にある。

【0007】基板支持DBR及びパターン形成された金属層は、反射マスクとして働く。(紫外スペクトル中のより長波長で一般的に用いられているクロム層は、EUVスペクトル中では、金又はゲルマニウム層に置き換えられる。)13.9nmの波長の描画放射を用い、0.05μmもの小さなパターンが、PMMAレジスト層中に印刷されている。たとえば、ジェイ・イー・ブジョークホルム(J. E. Bjorkholm)ら、ジャーナル・バキアム・サイエンス・テクノロジー(J. Vac. Sci. Technol.) B8、1509(1990)を参照のこと。

【0008】別の問題が生じる。近接印刷の間隙により誘発される限界は避けられ、すなわち投影プロセスは高解像度の空間像を生じるが、適当なレジスト材料がみつかっていない。描画EUV放射は非常に薄い表面層内で、吸収される。それは自立できるエッチ障壁として用いる層としては、薄すぎる。より厚い単一材料のレジスト層中では、下の主要な部分は実効的には露出されず、プロファイルの規定は劣り、解像度は不十分である。

【0009】この問題は研究中である。“高分解能軟X線投影エングラフィ用三層レジストの使用”、ディ・ダヴリュ・ベレーマン(D. W. Berreman)ら、アプライド・フィジックス・レターズ(Appl. Phys. Lett.)第56(22)巻、28(1990)は、感光性材料の薄い層、ゲルマニウムの下の薄い層及び最後に有機材料の厚い層で構成される三層系について、述べている。表面像の現像後、エッチ工程でそれはシリコン基板中に、転写される(2つの下の層は、続いてエッチ障壁として働く。)

【0010】近接方式は異なる形の“表面活性”レジスト及び現像された表面像をレジストの下の部分中に転写するための2つの部分から成るプロセスを用いる。

【0011】より長波長(たとえば193nm)でなお関心がもたれているが、問題は>10nmの波長のEUVスペクトル中で、最も厳しい。

【0012】

【本発明の要約】本発明の装置は像端部規定が改善された投影縮小リソグラフィを可能にする別の表面励起レジスト又はそれを補うものとして働く。EUVスペクトルにおいて本質的な用途が見い出されるように、それは位相マスク又は独特の設計を用いることに、依存する。マスクは空間像の解像度を改善し、それはレジスト像の改善に対応する。基本となる動作原理は、1989年に承認されたエイチ・スミス(H. Smith)らの米国特許第4,890,309号の透過漏洩位相マスクのそれであるが、これは反射構造で実現される。レンズ要素で用いられる同じ多層ミラーは、基板として働かせてもよい。マスク層は部分的に透過又は“漏洩”阻止領域に依存し、それは(マスクされない領域から反射された放射に対し)これらの領域から反射された描画放射に、180°往復位相遅れを、与える。

【0013】

【詳細な記述】

I 一般的説明—EUV投影縮小技術は、開発が続けられている。2つの球面鏡を用いたシュバルツチャイルド装置は、非球面補正を有する環状場走査により、成功してきた。現在の技術による装置については、1994年5月24日に承認された米国特許第5,315,629号に、述べられている。その四要素環状場走査装置は、幅数nm、長さ30mmの実際の場に渡って、0.1μmのパターンを再生することができる。

【0014】本発明の商業的に受け入れられる形は、多くの開発に依存するであろう。試験的なマスクは、平坦であった。位置合わせに別の要素を組込んだり、レンズ列の非平坦焦点合せ要素中にすら組込むことは、可能性の1つである。独立のマスク要素を除き、光学損を減すことにより、曲面上にマスクを作ることによって、複雑さがつけ加わることが、十分補正される可能性がある。

【0015】実験により、レジスト中にマスク線及び間隙が忠実に再生された、“バイアスマスク”すなわち“過剰露出”により導入される歪を補償するため、あらかじめ歪ませたパターンを有するマスクの使用により、自由度が導入される。

【0016】新しいマスクを組込んだ装置の使用により、EUV投影空間像の解像度が、改善される。その結果、10%深いパターン端部となるようレジスト像が改善されることにより、最終的なデバイスの解像度が、改善される。新しいマスクの利点を活かすよう、プロセスを修正することにより、更に改善される。同時出願の米国特許出願08/326444〔テナント(Tennant)11-40-21〕は改善されたプロセスについて、述べている。

【0017】波長範囲を選択することは、多くの要因、たとえばレジスト性能及びミラー反射率に、依存するであろう。 $\lambda = 13.9\text{nm}$ の放射を用いることは、報告されている仕事で用いられているEUVスペクトル中の1

5 nm－3 nmの波長範囲の代表である。好ましい多層位相マスクは、50 nm－3 nmの全EUVスペクトル内又はそれを越えた幾分広い波長範囲で動作する。反射位相マスクはもしDUVスペクトル（300 nm－150 nm）中で用いるなら、単純な単一表面ミラーに置に代る可能性があり、恐らく単一ブラッグ対により、強められるであろう。

【0018】具体的なマスク設計は、基本的には本発明を導く仕事を誘発させるデバイス作製に対してである。その構造はミラー上に直接堆積させた単純な開孔パターン層を用いる。変形も考えられる。不必要な吸収損を避けるため、マスクは開孔パターンを用いる可能性が高いが、位相シフトを微調整するか、ミラーを保護するため、層をつけ加えてもよい。

【0019】改善された空間像ということは、他の意味をもつこともある。同じように端部規定が増すことにより、より深いレジストプロファイルが生じ、直接プロセス、すなわち放射により導入されるデバスイ機能材料の変化が、プロセス又は動作に用いられる無レジストプロセスにおいて、より鋭く規定された境界が生じる。他の用い方もある。

#### 【0020】II マスク

特許請求の範囲のマスクは、米国特許第4,890,309号の漏洩位相マスクの動作原理を用いる。その特許マスクは通常の二値透過マスクと構造は類似であるが、不透明（“阻止”）領域は、入射放射の一部を透過させることが異なる。5%ないし15%の範囲の透過が、透明領域から散乱された放射を打ち消すのに、適していることがわかっている。25%又はそれ以上の大きな透過が、ほとんどの条件に対し、十分なはずである。“不透明”領域は $\pi$ 位相遅れを与える。反射であるから、片道の遅れは、その半分である。（議論は透明領域には位相遅れが導入されない簡単な構造についてである。もし、何らかの理由により、これがあてはまらなければ、阻止領域の位相遅れは、透明領域に比べ、 $\pi$ シフトに保たれるよう、調整される。）

【0021】本発明で用いられる漏洩位相マスクの原理は、それ自身ある程度折衷させたもので、他の設計ほど効率的ではない。しかし、作製は簡単で、パターン形成の複雑さによる制約は小さい。

【0022】具体的なEUV反射構造が、図1及び2に示されている。図1は平坦な表面11を有する基板10を示す。熱的安定性のため、基板は低熱膨張係数材料又は高熱伝導性材料である。92.6重量%SiO<sub>2</sub>、7.4重量%TiO<sub>2</sub>の混合ガラス組成は、適当な低熱膨張係数の例である。元素シリコンは熱伝導性材料の一例である。基板は高及び低屈折率材料のくり返し層対であるDBR構造12を、支持する。層対はそれぞれ半波長又はそれ以上の半波長の位相遅れを導入し、その結果合成反射は単一位相である。シリコン及びモリブデンの

交互の層は、13 nm－15 nmの波長範囲に適している。

（40層対はこの範囲で60%－63%の反射率を与える。）モリブデン／ベリリウム対は $\lambda = 11.4$  nmの放射で用いられていた。レジスト吸収はこの波長では幾分小さく、68.7%もの高い反射率が、報告されている。（Mo／Be DBRの理論的な反射率は、80%である。）ルテニウム及び炭化ホウ素多層ミラーは、6.8 nmの放射で用いられてきた。詳細なミラーの設計は、原型の一定層厚構造とは、異なってもよい。非垂直入射の放射を補償するため、厚さは光学軸からの距離とともに、減少してもよい。

【0023】阻止（又は“不透明”）領域は、位相シフト層13及び減衰層14で構成された二層である。

（“位相シフト”及び“減衰”は基本的な目的を表わす。一緒にすると、二層は所望の減衰で、 $\pi$ 位相遅れを導入する。）入ってくる放射は光線15及び16で表わされ、反射される放射は光線17及び18で表わされている。光線15はDBR表面19のマスクされていない部分に入射し、“全て”反射される。すなわちDBRの全性能だけ反射される。光線16はDBR表面19のマスクされた部分に入射し、層14及び13を片道通過する間に、減衰し、位相がシフトし、光線18を生じる。

【0024】図2のマスクは図1のものと動作は同じであるが、減衰及び位相シフトのために、単一層マスク領域を用いる。示されている構造は、基板20、DBR22及び阻止層23で構成される。層23は固溶体又は微細混合物を形成する単一の成分又は2ないしそれ以上の成分から成ってよい。研究用に選択した層組成は、2つの成分から成り、1つは基本的に位相シフト用、他方は基本的に減衰用であった。有機シランは位相シフトとして働き、ヨウ素又は臭素を含む分子は、吸収体として働かせることができる。層は重金属を吸収用に、軽金属を位相シフトに用いてよい。（吸収端は動作波長以下の波長にする。）線25、26、27及び28は、図1の線15、16、17及び18の関係をもつ。光線28は光線27に対し、減衰し、 $\pi$ シフトしている。

【0025】より大きなマスク寸法は、投影には許容され、マスク価格を下げるが、修理は課題のままである。ピンホールの修理は、二層にとって、特に問題である。シフト及び減衰の両方にとって、合金又は単一材料層でも、均一な層の修理はより簡単である。ピンホールは恐らく最初の層の堆積に用いたのと同じ方法により、ふさぐことができる。過剰の材料は、たとえば上の有機物層を、マスク材料と同じ速度で、エッチ浸食されるように選ぶことにより、平坦化して除去することができる。

【0026】5%－15%（片道2.5%－7.5%）の透過範囲が好ましいことは、図5にプロットされた情報により、説明される。構造例では、0.3  $\mu$ mの二層（262 nmのPMMA底部層及び27 nmのゲルマニウムの上部層）を用いた。二層は0.6  $\mu$ mのシリコン基板

により支持された 40 対の Mo/Si、 $1/4\lambda$  DBR 上に堆積させた。

【0027】マスクパターン形成は、電子ビーム露光システム (E B E S) を用いた e-ビーム書き込みと、それに続く反応性イオンエッチングにより行った。マスク作製については、ジャーナル・バキアム・サイエンス・テクノロジー (J. Vac. Sci. Technol.) B、第 10 (6) 巻、3134 (1992) に、ディー・エム・テナント (D. M. Tennant) により、述べられている。

【0028】III 像形成レジストー基本的な目的は、レジストの高吸収特性を、より短い波長の放射に適合させることである。0.10-0.15  $\mu\text{m}$  の  $1/e$  減衰厚により、60-70 nm のレジスト厚になる。これはエッチング中、自立保持する層としては、薄すぎる。この問題を解決するために設計された多くの革新的なレジストについて述べられており、本発明の位相マスクとともに、使用できる可能性がある。それらは薄い表面像を、しばしば別のプロセス工程により、下のレジスタ層基板中に、転写する。

【0029】“二層”方式はたとえば有機金属感光性材料の個別の表面層を、下の有機材料層を用いる。液体現像剤が、表面層中に開孔一像を生成させるために、用いられてきた。転写はプラズマエッチングによる。エイ・イー・ノベンブレ (A. E. Novembre) ら、“深 UV 電子ビームレジスト (S I-CMS) を用いたサブ-0.5  $\mu\text{m}$  二層リソグラフィ・プロセス”ポリマ・エンジニアリング・アンド・サイエンス (Polymer Engineering and Science)、第 29 巻、第 14 号、920 頁 (1989) を参照のこと。

【0030】“近表面”像形成において、薄い表面像は、露出された領域を化学的に交差結合させ、その後未交差結合領域をプラズマ転写に対し、抵抗をもつようにし、これらの領域と選択的に反応する反応剤によって、現像する。プロセスの形は、シリレーションを用いる。ジー・エヌ・ティラー (G. N. Taylor) ら、“14 nm における EUV リソグラフィ用シリレーションポジ形レジスト”マイクロエレクトロニク・エンジニアリング (Microelectronic Engineering)、第 23 巻、279 頁 (1994) を参照のこと。

【0031】“表面像形成”において、耐熱性薄膜が、像転写中耐プラズマエッチングマスクとなるよう、有機レジスト表面に、化学的に接着される。ジー・エヌ・ティラー (G. N. Taylor) ら、“自己構成；レジスト薄膜中への微細構造作製のための表面像形成方式におけるその使用”マイクロエレクトロニク・エンジニアリング (Microelectronic Engineering)、第 23 巻、259 頁 (1994) を参照のこと。

【0032】IV 空間像形成

進歩は常に改善された空間像すなわちより良好な端部解

像度 (又は端部コントラスト) を有する像に、依存する。これは様々な方法で利点を得るために、用いられる。それはレジストの選択に、より自由度を与え、それは露出時間を長くできる等々である。動機となる問題、すなわちレジスト吸収に関しては、それによって現像される像に対して、本質的に厚さを増すことが可能となる。従って、パターンの広がりが増加するため、端部規定が改善されることにより、露出が増す。このように厚さが増すため、下のマスク材料中への像の転写が容易になり、あるいはその後のプロセス中、より安定なマスク層が得られる。このことは改善された “CD” (厳密さを要する寸法) 制御と記述される。

【0033】図 3 は電界の強さによって、空間像の改善を示したものである。図は縦軸に E-電界をプロットし、単一パターン端部を含むマスク部分について、像面位置を示す。3 つの曲線が示されている。曲線 30 はマスク表面から反射された放射の電界を示す。(曲線 30 の形は、名目上全吸収及び透明領域で作られた通常のマスクの特性である。) 電界はマスクされていない領域 (左側の領域) から、阻止領域中のゼロまで、減少する。曲線 31 は漏洩阻止領域を通して反射した放射の一部の電界を示す。曲線 32 は合成電界を示し、パターン端部位置 33 において、全体が打ち消される。

【0034】図 4 は強度すなわち E-電界の 2 乗で、効果をプロットしたものである。曲線 40 は通常のマスクにより生じた空間像について、パターン端部の近くの電界強度の変化を示したもので、その最大値からゼロまで、単調に減少する。曲線 41 は漏洩位相マスクについての強度分布を示す。強度は勾配を増しながら減少し、パターン端部 42 でゼロ値に達し、その後方向を変え、有限の値まで上昇する。曲線 43 の上の平らな部分におけるその強度値は、マスクの減衰の程度を定義する “漏れ” (又は透過) の値である。

【0035】図 5 は 0.5  $\mu\text{m}$  幅の像部分を示す。0.50  $\mu\text{m}$  の線及び像間隙の場合、この部分は (スパンの中心における) 単一のパターン端部を示し、半分の線 (左側の部分) 及び半分の空間 (右側の部分) により、区切られている。縦軸は像強度である。

【0036】図 5 はマスク減衰の 4 つの値に対する空間像を示す。曲線 50 のそれは、100% の名目不透明さをもつ阻止領域でできた通常のマスクである。曲線 51、52 及び 53 は位相マスクを示し、曲線 51 は 10%、曲線 52 は 20%、曲線 53 は 30% の場合である。横軸の単位で、パターン端部は 0.25  $\mu\text{m}$  にあると、考えられる。曲線 51、52 及び 53 のそれぞれにおける勾配の改善は、明らかである。透過が増すと、幾分改善されるが、10% 透過を越えると、ほとんど変化はなく、このことは図の単位では約 10° の改善を示す。

【0037】10% 透過マスクは、像コントラストと干

渉構造の折衷である。最終的な選択は、レジスト特性、回路設計及び放射の可干渉性に依存するであろう。一般に、好ましい透過範囲は5%～20%である。

【0038】シンクロトロン及びプラズマ光源が、EUVリソグラフィ用に研究されている。シンクロトロンは本質的にはほぼ100%の可干渉性である。所望の範囲に可干渉性を下げるため、散乱板が用いられてきた。1993年5月10日に申請された米国特許出願SN08/059924には、適切なシンクロトロン収集光学系について、述べられている。プラズマ光源放射は、一般に用途が拡大しており、実効的には非可干渉性である。所望の可干渉性を確保するための、適切な充填係数をもった収集光学系については、1994年8月16日承認の米国特許第5,339,346号に述べられている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】阻止領域において、減衰及び位相シフトの別々の層で作られた二層を用いる構造の、本発明の反射漏洩位相マスクの断面図。

【図2】図1と同様であるが減衰及び位相シフトの両方に単一層を用いる本発明の別のマスク構造を示す図。

【図3】縦軸に電界を、横軸に距離をとって、漏洩位相マスクにより生じる像について、これらの量の関係を示す図。

す図。

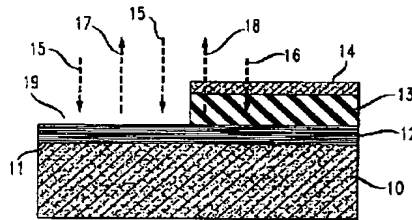
【図4】軸に強度及び距離をとり、図3のE-電界変化に対応する強度変化を示す図。

【図5】マスク減衰の異なる値に対し、空間像の像強度と位置の関係をプロットした図。

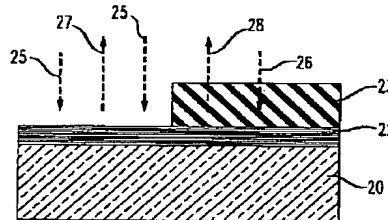
#### 【符号の説明】

- 10 基板
- 11 表面
- 12 DBR構造
- 13 位相シフト層、層
- 14 減衰層、層
- 15、16、17、18 光線
- 19 DBR表面
- 20 基板
- 22 DBR
- 23 阻止層、層
- 25、26、27、28 光線
- 30、31、32 曲線
- 33 位置
- 40、41、43 曲線
- 42 パターン端部
- 50、51、52、53 曲線

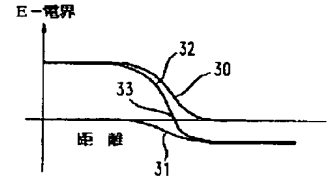
【図1】



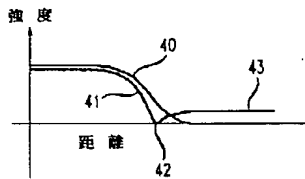
【図2】



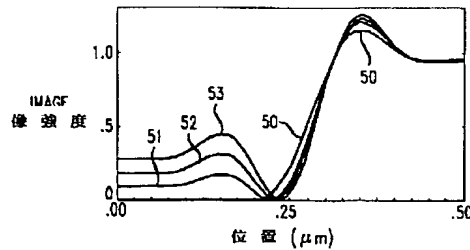
【図3】



【図4】



【図5】





フロントページの続き

(72)発明者 ドナルド ローレンス ホワイト  
アメリカ合衆国 07950 ニュージャージー  
イ, モリス プレインズ, フォレスト コ  
ート 10

(72)発明者 オバート リーヴス ウッド セカンド  
アメリカ合衆国 07739 ニュージャージー  
イ, リットル シルヴァー, フォックス  
ヒル ドライヴ 19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**